

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**

Факультет плодовоовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра біології

**Допущено до захисту**

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

**Зав. кафедри, к.с.-г.н., доцент**

\_\_\_\_\_ Лариса РОЗБОРСЬКА

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**магістра**

**ВПЛИВ РІСТСТИМУЛЮВАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ФІЗІОЛОГІЧНІ  
ЗМІНИ У РОСЛИНАХ КУКУРУДЗИ**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи 21 м-б

спеціальності 091 Біологія

Юрій ОЛІЙНИК

**Керівник:** Олександр ЗАБОЛОТНИЙ,

кандидат с.-г. наук, доцент

Умань – 2023

## ЗМІСТ

|                                                                                                                     |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| ВСТУП                                                                                                               |  |
| РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА<br>ФОРМУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ АГРОЦЕНОЗІВ<br>ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР          |  |
| РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ<br>ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ                                           |  |
| 2.1. Географічне місце проведення досліджень                                                                        |  |
| 2.2. Ґрунтові умови                                                                                                 |  |
| 2.3. Кліматичні умови                                                                                               |  |
| 2.4. Характеристику особливостей об'єкту дослідження                                                                |  |
| 2.5. Схема досліду                                                                                                  |  |
| 2.6. Методика проведення дослідження                                                                                |  |
| РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИВНА ЧАСТИНА                                                                                     |  |
| 3.1. Активність ферментів класу оксидоредуктаз за<br>використання рістстимулювальних препаратів                     |  |
| 3.2. Інтенсивність дихання рослин кукурудзи за дії<br>рістстимулювальних препаратів                                 |  |
| 3.3. Інтенсивність транспірації рослин кукурудзи за дії<br>рістстимулювальних препаратів                            |  |
| 3.4. Фотосинтетична продуктивність рослин кукурудзи за<br>використання рістстимулювальних препаратів                |  |
| 3.5. Урожайність зерна кукурудзи за використання<br>рістстимулювальних препаратів                                   |  |
| РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ<br>РІСТРЕГУЛЯТОРІВ З МЕТОЮ ОБРОБКИ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ<br>ПЕРЕД СІВБОЮ |  |
| РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО<br>СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ                         |  |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| ВИСНОВКИ                       |  |
| ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ         |  |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ |  |
| ДОДАТКИ                        |  |

## ВСТУП

Кукурудза — одна з найпоширеніших головних культур у світовому рослинництві. Завдяки пластичності вона як селекційний і генетичний об'єкт поширилася по всій земній кулі. Різноманітним є спектр використання кукурудзи. Вона головна зернофуражна і силосна культура для тварин, у більшості країн світу її використовують як продукт харчування для людини й останнім часом — як джерело для виробництва біопалива [1].

**Актуальність кваліфікаційної роботи.** Новітнім чинником у сучасних технологіях вирощування й отримання високих урожаїв зерна кукурудзи є може бути застосування сучасних рістрегулюючих препаратів, що дає змогу підвищити продуктивність культури на 25–30% [2]. Оскільки вартість регуляторів росту рослин вітчизняного виробництва є досить привабливою, що позитивно позначається на економічній ефективності їх застосування, дослідження ефективності використання сучасних біологічних препаратів рістрегулювального характеру у посівах кукурудзи є актуальним.

**Мета і завдання дослідження** — вивчення впливу біологічних препаратів з рістрегулювальними властивостями препаратів Амінорост, Стимпо, Вимпел–K2 і Нертус Плантапег на дихальну, ферментативну і транспіраційну інтенсивність рослин кукурудзи, показники фотосинтетичної та зернової продуктивності в умовах навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва.

**Об'єкт дослідження** — інтенсивність дихання, активність ферментів, інтенсивність транспірації, чиста продуктивність фотосинтезу, врожайність кукурудзи.

**Предмет дослідження** — гібрид кукурудзи Достаток 300 МВ, рістрегулювальні препарати Амінорост, Стимпо, Вимпел–K2 і Нертус Плантапег.

**Наукова новизна дослідження** — в умовах навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва вперше

досліджено вплив біологічних препаратів рістрегулювального спрямування на інтенсивність дихання, активність ферментів, інтенсивність транспірації, чисту продуктивність фотосинтезу та врожайність кукурудзи.

**Практична цінність дослідження** – дослідженнями обґрунтовано підбір найбільш ефективного регулятора росту, який сприяє найбільш ефективному перебігу фізіологічних процесів, що безпосередньо впливають на рівень врожайності культури.

**Апробація результатів досліджень.** За темою кваліфікаційної роботи видано працю у збірнику студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва, приурочений 100-річчю від дня народження українського вченого в галузі агрономії, професора І. М. Карасюка.

Олійник Ю. Є. Вплив рістстимулювальних препаратів на інтенсивність дихання рослин кукурудзи. *Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва, приурочений 100-річчю від дня народження українського вченого в галузі агрономії, професора І. М. Карасюка.* С. 59–60. (додаток А 1).

## **РОЗДІЛ 1**

### **ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ФОРМУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ АГРОЦЕНОЗІВ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР**

Нині застосування регуляторів росту рослин є одним із найдоступніших і високорентабельних агрозаходів для підвищення продуктивності основних сільськогосподарських культур та покращення їх якості. За останні 10–15 років на основі найновітніших наукових досягнень у хімії та біології були створені принципово нові високоефективні регулятори росту рослин, спроможні істотно підвищувати врожаї сільськогосподарських культур. Результати широкої наукової перевірки показали, що впровадження сучасних регуляторів росту може сприяти значній інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Завдяки малим дозам внесення та низьким цінам на закупівлю, сучасні біостимулятори характеризуються надзвичайно високим рівнем окупності витрат приростами урожаїв. Нині жоден з відомих агрозаходів за окупністю витрат не спроможний перевищити застосування біостимуляторів. З огляду на це, Всесвітня організація ЮНЕСКО рекомендувала розширити використання цих препаратів для збільшення світових запасів продовольства [3].

Інформаційні матеріали свідчать, що в країнах Західної Європи більшість посівів зернових культур щорічно обробляють комплексом біорегуляторів росту рослин, що забезпечує підвищення їх продуктивності на 15–30% [4, 5]. На думку вчених, частка біологічних факторів інтенсифікації рослинництва в агротехнологіях майбутнього становитиме більше 50% [6]. Ці препарати екологічно безпечні, сприяють інтенсифікації фізіологобіохімічних процесів у рослин, підвищують їхню стійкість до захворювань і позитивно впливають на стан мікробного угруповання ґрунтів [7].

Відомо, що дія регуляторів росту чітко обмежено можливостями генотипу, тобто вони не можуть змінювати природу рослини, а лише

допомагають ефективніше використовувати успадкований життєвий потенціал, який в певних умовах залишається нереалізованим [8, 9].

Рістрегулюючі речовини мають різну природу походження, відрізняються за механізмом впливу на насіння і вегетуючі рослини, але всі вони сприяють підвищенню активності фізіолого-біохімічних процесів та підвищенню врожайності [10–13].

Вплив біостимуляторів на зростання продуктивності посівів пов'язаний з тим, що вони прискорюють поділ клітин, інтенсифікують процеси життєдіяльності рослинних організмів, підвищують проникність міжклітинних мембран та прискорюють в них біохімічні процеси, що призводить до посилення процесів живлення, дихання, фотосинтезу. Завдяки цим препаратам підвищується стійкість рослин до несприятливих факторів природного або антропогенного походження: критичних перепадів температур, дефіциту вологи, токсичної дії пестицидів, ураженню хворобами і пошкодженню шкідниками. В цілому, під впливом біостимуляторів повніше реалізується генетичний потенціал рослин, створений природою та селекційною роботою. З метою екологізації сільськогосподарського виробництва доцільними є пошук, розробка і впровадження нових регуляторів росту на основі природної сировини, діючими компонентами яких є вітаміни, фітогормони, гумінові кислоти, а також інші фізіологічно активні речовини. Такі регулятори росту сприяють підвищенню стійкості до стресових чинників та проявляють рістстимулюючу активність [14].

Разом із тим велика кількість препаратів викликає необхідність їх детального дослідження стосовно впливу на навколишнє середовище [15]. Доведено, що при тривалому систематичному застосуванні будь-якого препарату його ефективність з часом зменшується за рахунок розвитку резистентності живих організмів, що й призводить до збільшення асортименту цих препаратів. За останні роки створені вискоєфективні регулятори росту рослин, які використовують для підвищення врожайності сільськогосподарських культур [16].

Різнобічні результати досліджень і виробничих перевірок свідчать про те, що застосування регуляторів росту рослин у землеробстві є одним із найбільш доступних і високорентабельних агрозаходів для підвищення продуктивності основних сільськогосподарських культур та покращення їх якості. За ефективністю нові регулятори росту переважають кращі зарубіжні регулятори, в тому числі Агріскон (США), Вуксал (Німеччина), Лактофол (Болгарія), а також препарати іспанської фірми «Інагоросса» та деякі інші [17].

Українські екологічно безпечні регулятори росту рослин нового покоління, такі як Біосил, Біолан, Радостим, Емістим С та інші, за результатами багаторічної перевірки в різних країнах визнані високоефективними [18, 19].

Низка дослідників дійшли думки, що одним з актуальних елементів сучасних технологій є використання регуляторів росту рослин саме для передпосівної обробки насіння. Це стимулює процес проростання, захищає насіння при його довготривалому перебуванні в ґрунті від несприятливих умов, підвищує польову схожість насіння, сприяє активному розвитку кореневої системи [20–23].

За даними деяких авторів, застосування рістрегуляторів у посівах гороху, сої, люцерни, конюшини, ячменю і злакових кормових трав сприяє значному підвищенню активності симбіотичної та асоціативної азотфіксації [24]. Проте, судячи з даних літератури, до нинішнього часу залишається дискусійним питання про доцільність поєднання інокуляції з обробкою РРР.

Бактеризація сої високоефективним виробничим штамом *Bradyrhizobium japonicum* 71т (УКМ В-6035) сприяє формуванню активного нодуляційного апарату, збільшенню збору протеїну за рахунок підвищення рівня активності азотфіксації. Застосування регуляторів росту рослин сумісно з нітрагіном потребує урахування сортових особливостей макросимбіонта і специфіки дії цих препаратів [25–27].

Регулятори росту рослин, як речовини, які сприяють підвищенню урожайності сільськогосподарських культур і покращують якість продукції, відіграють не менш важливу роль, ніж мінеральні добрива або засоби захисту рослин [28, 29]. Застосування регуляторів росту рослин забезпечує можливість спрямованого регулювання найважливіших фізіологічних процесів в рослинному організмі з метою найповнішої реалізації потенційних можливостей культурних рослин [30].

Відмічено, що при обробці насіння біологічно-активними речовинами, стимулюється процес їх проростання, підвищується схожість, а в подальшому значно прискорюється ріст і розвиток [31, 32]. Очевидно це відбувається за рахунок того, що біологічно-активні речовини створюють навколо проростаючого насіння певне мікробіологічне і біохімічне середовище, виступають в ролі стимуляторів і регуляторів росту, підвищують стійкість проростків до хвороб, несприятливих екологічних умов, підвищують активність корисної мікрофлори в ґрунті [33, 34].

Застосування регуляторів росту рослин допомагає вирішенню важливої задачі – адаптації існуючих генотипів рослин до стресових умов та елементів інтенсивної технології внаслідок розбалансованості ґрунтових біоценозів під впливом антропогенних факторів.

В наш час використовуються різноманітні речовини і фактори впливу на насіння, які можна поділити на три групи:

- Речовини хімічного походження: макро- і мікроелементи, вітаміни, рістактивуючі речовини, органічні кислоти, інсектициди, фунгіциди, мутагени тощо.

- Фізичні фактори: повітряно-тепловий обігрів насіння, іонізуюче випромінювання зарядженими частинками, геомагнітні поля, ультразвук, пониження та підвищення температури, стратифікація, скарифікація, дегазована вода тощо.

- Речовини біологічного походження: рослинні і тваринні екстракти, компости, бактеріальні препарати, біопрепарати тощо [35].

Асортимент застосовуваних у рослинництві фізіологічно активних сполук весь час зростає. В наш час відомо більше 500 різних видів препаратів стимулюючої дії, але використання багатьох з них часто обмежується високою вартістю і недоступністю [36]. Серед різних хімічних речовин, які застосовують з метою підвищення продуктивності рослин, також важливе місце посідають фізіологічно активні форми гумінових кислот [37].

У дослідженнях на люпині В. Вакуленко та С. Пида [38] встановили істотний вплив РРР Агростимуліну на фотосинтетичні процеси люпину жовтого сорту Обрій. Так, за дії досліджуваних РРР період між фазами бутонізації та цвітіння показник чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ), який характеризує динаміку формування врожаю підвищився на 14,2 (Емістим С) та 68,2% (Агростимулін) порівняно із контрольним варіантом. Також встановлено, що передпосівна обробка насіння люпину жовтого зазначеними рістрегуляторами вплинула і на накопичення хлорофілів у листках рослин дослідних варіантів. За використання Агростимуліну та Емістиму С виявлено зростання вмісту хлорофілів *a* і *b* відповідно на 0,1% та 1,9% і 2,1 та 5,4%.

Дослідженнями Д. А. Козлова [39] встановлено, що середня цукристість коренеплодів за роки досліджень склала 17,0–17,4%. Прибавка за рахунок регуляторів росту була від 0,2 до 0,4 %. Найвищий показник відмічено у варіанті з використанням регулятору росту Регоплант 17,4%, тоді як у контролі 17,0%, а у еталону 17,1%. Для оцінки ефективності вирощування цукрових буряків використовують показник - збір цукру з одиниці площі, який залежить від урожайності коренеплодів та їх цукристості. У середньому за роки досліджень, збір цукру з одиниці площі при обробці насіння цукрових буряків регуляторами росту склав 7,4–7,8 т/га, а у контролі 6,8 т/га, що менше досліджуваних варіантів на 0,6–1,0 т/га.

М. В. Горобець з співавторами [40] виявив, що застосування стимуляторів Циркону і 1% розчину Бішофіту (для сортів Геліос та Парнас) прискорило настання фази колосіння на 2–4 дні, Епін-екстра – тільки на 1–2

дні. Дія стимуляторів на швидкість зростання рослин ярого ячменю спостерігалася і у фазу стиглості зерна ячменю, в результаті якого зерно ячменю, що було оброблене стимуляторами дозрівало на 2–4 дні раніше, ніж у контролі. Очевидно, це пов'язано з тим, що стимулятори прискорювали процеси метаболізму в рослинах, тим самим сприяючи дозріванню [41].

О. М. Зубровська [42] встановила, що передпосівна обробка «Антистресом» в умовах ґрунтової посухи сприяла кращому росту рослин *Z. mays* і помітно зменшувала прояви стресового впливу у гібрида Бліц 160 МВ. Встановлено позитивний вплив біостимулятора на розвиток фізіологічних процесів: за нормального рівня зволоження збільшувалися показники вмісту пігментів, а в умовах дефіциту вологи у ґрунті рівень хлорофілів і каротиноїдів меншою мірою відхилялися від норми. Очевидно, протекторна роль «Антистресу» передусім зумовлена стимуляцією розвитку кореневої системи й активуванням систем антиоксидантного захисту, в тому числі за рахунок підвищення рівня каротиноїдів у листках, що нормалізує водний обмін, покращує процеси транспірації і фотосинтезу в тканинах листків *Z. mays*.

Іншими дослідженнями з вивчення дії ріст регулюючих речовин встановлено, що за обробки насіння кукурудзи препаратом Alga 600 вага надземної частини паростка становила 93,33 мг, кореневої системи – 232,5 мг, довжина – 23,27 см, тобто приріст відносно контролю склав 23,33 мг, 121,94 мг та 12,27 см відповідно. У контрольному варіанті маса надземної частини паростка становила 70,0 мг, кореневої системи – 110,56 мг та довжини – 11,0 см. За обробки насіння кукурудзи препаратом Marvita Genesis відмічено погіршення досліджуваних параметрів, тобто маса надземної частини паростка становила 46,67 мг, кореневої системи – 85,56 мг та довжини – 9,33 см. Обробка насіння препаратом Alga 600 забезпечила зростання показників структури врожаю кукурудзи, тобто приріст маси качана склав 13,8%, маси 1000 зерен – 7,2 г. За використання препарату Marvita Genesis маса качана становила 128,9 г, а маса 1000 зерен – 323 г,

тобто приріст до контролю склав 12,3% та 6,3% відповідно. У контрольному варіанті маса качана становила 114,8 г, а маса 1000 зерен – 304 г [43].

Таким чином, можна зробити висновок, що біологічно активні речовини, якими є регулятори росту рослин, підвищують стійкість до а- та біотичних навантажень, посилюють ріст рослин в умовах екологічного стресу і адаптацію та стійкість під час зміни клімату, впливають на мікробіоценози ґрунту, оскільки РРР є модифікаторами балансу фітогормонів [44], здатні цілеспрямовано прискорювати або сповільнювати процеси росту, розвитку та обміну речовин, але без змін у генотипі. Вони є ефективним засобом управління біологічними процесами. При застосуванні синтетичних регуляторів росту в різних галузях сільського господарства потрібно вивчати їх вплив на обмінні процеси та фізіологічні реакції. Використання даних речовин має як практичне так і теоретичне значення [16, 45] і завдяки їх застосуванню можна цілеспрямовано впливати на формування продуктивності агроценозів.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ

#### 2.4. Характеристику особливостей об'єкту дослідження

**Амінорост** – стимулятор росту рослин, комплексний препарат, який містить набір основних вільних амінокислот рослинного походження, отриманих шляхом ферментативного гідролізу (вільні амінокислоти – 134 г/л азот загальний – 24 г/л, фосфор водорозчинний – 20 г/л, калій водорозчинний – 20 г/л, ауксини – 10 г/л, цитокініни – 0,03 г/л). Також до складу препарату входять інші біологічно активні речовини (вітаміни групи В, фітогормони, органічні кислоти та ін.).

Амінокислоти в препараті знаходяться в легкозасвоюваній для рослини формі (L- $\alpha$ -амінокислоти) і можуть швидко та без додаткових затрат енергії бути залучені до обміну речовин. Застосовувавши препарат Амінорост у відповідні (критичні) фази росту та розвитку рослин, ми забезпечуємо рослини доступними амінокислотами, в результаті чого звільнена енергія витрачається для інших фізіологічних процесів.

Біологічно активні речовини разом із амінокислотами стимулюють ріст та розвиток рослин, позитивно впливають на обмінні процеси, сприяють покращенню засвоювання макро та мікроелементів, підвищують активність фотосинтетичного апарату і підвищують урожайність та якість продукції [48].

**Стимпо** (ТУ У 20.2-31168762–005:2012) – новітній біостимулятор рослин із серії полікомпонентних препаратів, в основу дії якого покладено синергетичний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного культивування грибів-мікроміцетів з кореневої системи женьшеню і авермектинів.

Синергія – посилення дії кожного елементу завдяки об'єднанню в єдину систему.

Препарат широкого спектру дії, рекомендований до використання для передпосівної обробки насіння зернових, зернобобових, олійних, овочевих культур, обробки рослин у період вегетації, а також для обприскування посівів газонних трав, інтродукції великих дерев, чагарників; застосовується в промисловому вирощуванні грибів, овочевих і ягідних культур, лісівництві і біотехнологіях.

Діюча речовина Стимпо: комплекс біологічно-активних сполук – продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів – 1 г/л (насичені і ненасичені жирні кислоти (C<sub>14</sub>-C<sub>28</sub>), полісахариди, 15 амінокислот, аналоги фітогормонів цитокінінової та ауксинової природи), комплекс біогенних мікроелементів – 0,014 г/л, Аверсектин С – продукт життєдіяльності актиноміцету *Streptomyces avermytilis* [49].

**Вимпел–К2** – новий ексклюзивний універсальний препарат для обробки насіння, бульб, чубуків, живців та саджанців польових, овочевих, декоративних, одно- та багаторічних культур.

Стимулятор росту. Особливістю препарату є його активізація виробництва аденозинтрифосфornoї кислоти (АТФ), тому Вимпел–К2 є потужним стимулятором утворення енергії. Препарат посилює клітинне дихання, сприяє засвоєнню кисню клітинами. Приріст швидкості споживання кисню мітохондріями (енергетичним центром клітини) збільшується у десятки разів. Це призводить до прискорення всіх обмінних процесів, у тому числі підвищується енергія проростання до 5–8% і сила зростання проростка, що дає можливість сформувати густоту стояння рослин. Рослина продукує більше біомаси, тобто прискорюється розвиток кореневої системи та вегетативної маси, внаслідок чого стійкість рослин до посухи підвищується на 25–30% [50].

**Нертус Плантапег** – стимулятор росту для обробки насіння та вегетуючих рослин. Завдяки впливу на фізіологічні процеси, препарат сприяє отриманню дружних та вирівняних сходів, підвищує стійкість рослин до

несприятливих факторів (високі та низькі температури, низький рівень вологості повітря, обробка пестицидами).

Діюча речовина: ПЕГ–400 та ПЕГ–1500, 800 г/л; фульвокислоти та солі гумінових кислот, 4 г/л. Осмотично активна оболонка з поліетиленгліколей захищає насіння від провокаційної вологи, сприяє отриманню дружних і вирівняних сходів [51].

## 2.5. Схема досліду

Полевий дослід закладався на дослідних ділянках кафедри біології УНУС у 2023 році, дослідні ділянки розміщували методом систематичних повторень (табл. 2.1, рис. 2.1).

Таблиця 2.1

Схема досліду

| Гібрид кукурудзи | Варіант досліду             |
|------------------|-----------------------------|
| Достаток 300 МВ  | Без препаратів (контроль)   |
|                  | Амінорост – 200 мл/т        |
|                  | Стимпо – 20 мл/т            |
|                  | Вимпел – К2 – 500 мл/т      |
|                  | Нертус Плантапег – 400 мл/т |

| І повторність |   |   |   |   | ІІ повторність |   |   |   |   | ІІІ повторність |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|----------------|---|---|---|---|-----------------|---|---|---|---|
| 1             | 2 | 3 | 4 | 5 | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 1               | 2 | 3 | 4 | 5 |

Рис. 2.1. Схема розміщення дослідних ділянок

Агротехніка вирощування культури – загальноприйнята для регіону досліджень. Насіння культури до сівби обробляли розчинами регуляторів росту рослин відповідно до схеми досліду (табл. 2.1.).

Загальна кількість ділянок у досліді – 15 (5 варіантів по 3 повторності). Загальна площа кожної дослідної ділянки складає 30 м<sup>2</sup>, облікової – 10 м<sup>2</sup>.

## **2.6. Методика проведення дослідження**

Аналізи та обліки виконували відповідно наступних методик:

1. Інтенсивність дихання рослин кукурудзи – за методикою Бойсен-Ієнсена [52].
2. Активність ферменту класу оксидоредуктаз – згідно загальноприйнятих методик [52].
3. Інтенсивність транспірації рослин кукурудзи – гравітаційним методом [2].
4. Чисту продуктивність фотосинтезу визначали відповідно до формули
5. Урожайність культури – у відповідності до загальноприйнятих методик [52].
6. Економічну оцінку застосування мікробних препаратів у посівах сої визначали за технологічними картами, користуючись цінами 2023 року (дод. А3–А7).
7. Дисперсійний аналіз виконували за допомогою ПК, користуючись програмами Excel (дод. А8–А15).

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИВНА ЧАСТИНА

#### **3.1. Активність ферментів класу оксидоредуктаз за використання рістстимулювальних препаратів**

Упродовж вегетаційного періоду рослини піддаються дії низки несприятливих чинників – низька чи висока температури, застосування пестицидів, синтетичних добрив й ін., які значно впливають на їх ростові процеси, урожайність та якість одержаної продукції [54, 55]. Як засвідчують дослідження науковців [56–59], культурні рослини мають комплекс захисних механізмів, що забезпечують їм пристосування до стресових умов. При цьому рівень і характер захисних механізмів значною мірою визначаються видом рослин, їх фізіологічним станом, умовами росту й розвитку, а також – інтенсивністю і тривалістю дії стресора.

В останній час увагу вчених все більше привертає питання вивчення механізмів підвищення антиоксидантного статусу рослин. З цією метою пропонується застосовувати регулятори росту рослин, мікробні препарати та засоби, представлені як синтетичними, так і природними сполуками, що мають рістстимулювальні властивості. Встановлено, що екзогенні антиоксиданти підвищують стійкість рослин до стресів біотичної і абіотичної природи. Так, за використання екзогенних регуляторів росту рослин у рослинах знижується активність реакцій пероксидного окиснення ліпідів, збільшується вміст антиоксидантів та підвищується активність основних антиоксидантних ферментів [60, 61].

Проведеними дослідженнями встановлено, що обробка насіння РРР мала позитивний вплив на зростання активності ферментів класу оксидоредуктаз (табл. 3.1).

З аналізу отриманих експериментальних прослідковується, що передпосівна обробка насіння кукурудзи РРР препаратом Амінорост сприяла підвищенню активності каталази порівняно з контролем на 1,3 мкМоль

**Таблиця 3.1. Ферментативна активність рослин кукурудзи за обробки насіння PPP, фаза викидання волоті, 2023 р.**

| Варіант досліду           | Каталаза, мкМоль розкладеного $H_2O_2$ /г сирої речовини за 1 хв. | Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирої маси за 1 хв. | Поліфенолоксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирої маси за 1 хв. |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Без препаратів (контроль) | 16,2                                                              | 63,1                                                          | 20,2                                                                           |
| Амінорост                 | 17,5                                                              | 64,6                                                          | 20,9                                                                           |
| Стимпо                    | 18,2                                                              | 69,6                                                          | 21,7                                                                           |
| Вимпел – К2               | 19,3                                                              | 72,8                                                          | 22,7                                                                           |
| Нертус Плантапег          | 20,1                                                              | 74,3                                                          | 23,2                                                                           |

розкладеного  $H_2O_2$ /г сирої речовини за 1 хв, пероксидази – на 1,5 мкМоль окисненого гваяколу/г сирої маси за 1 хв та поліфенолоксидази – на 0,7 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирої маси за 1 хв.

За використання з метою обробки насіння PPP Стимпо та Вимпел – К2 відмічено подальше зростання активності досліджуваних ферментів відповідно на 2,0 і 3,1 мкМоль розкладеного  $H_2O_2$ /г сирої речовини за 1 хв, 6,5 і 9,7 мкМоль окисненого гваяколу/г сирої маси за 1 хв та 1,5 і 2,5 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирої маси за 1 хв.

Найбільш ефективним виявилось застосування для передпосівної обробки насіння регулятора росту Нертус Плантапег. Тут активність каталази, пероксидази та поліфенолоксидази зростали порівняно з контролем на 3,9 мкМоль розкладеного  $H_2O_2$ /г сирої речовини за 1 хв, 11,2 мкМоль окисненого гваяколу/г сирої маси за 1 хв і 3,0 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирої маси за 1 хв, що становило 24, 18 та 15% відповідно.

Таким чином, передпосівна обробка насіння кукурудзи сприяє активізації ферментів класу оксидоредуктаз, що беруть участь в енергетичних процесах клітини, зокрема каталази, пероксидази та поліфенолоксидази.

### **3.2. Інтенсивність дихання рослин кукурудзи за дії рістстимулювальних препаратів**

Для процесу дихання необхідний кисень і його вміст визначає швидкість світлового дихання листків. Однак, дихання може змінюватися залежно від умов зовнішнього середовища та активності проходження в тканинах і органах рослини біохімічних реакцій. Співвідношення  $\text{CO}_2$  і  $\text{O}_2$  у хлоропласті визначає характер розщеплення молекул рибулосодифосфату. Якщо при їх розщепленні приєднуються молекули  $\text{CO}_2$ , то утворюється гліколева кислота, яка є субстратом світлового дихання, що здійснюється послідовно в хлоропластах, пероксисомах та мітохондріях. Тому, співвідношення інтенсивностей фотосинтезу і світлового дихання залежить від концентрацій  $\text{CO}_2$  і  $\text{O}_2$ . Доведено, що світлове дихання перевищує темнове у 3–4 рази та знижує інтенсивність накопичення вуглеводів у процесі фотосинтезу. Однак, воно є найважливішим шляхом засвоєння азоту і синтезу амінокислот, необхідних для забезпечення клітин енергією на світлі та для транспорту ассимілятів [53].

Нами встановлено, що передпосівна інкрустація насіння кукурудзи рістстимулювальними препаратами впливала на інтенсивність дихання рослин кукурудзи.

Зокрема, при використанні для передпосівної інкрустації насіння кукурудзи рістрегулятора росту Амінорост у нормі 200 мл/т інтенсивність дихання рослин кукурудзи у фазі викидання волоті мала тенденцію до підвищення стосовно контролю на 12%, тоді як у варіанті досліді із обробкою насіння ріст регулятором Стимпо (20 мл/т) – вже на 19%.

Використання рістстимулятора Вимпел–К2 (500мл/т) сприяло зростанню інтенсивності дихання культури проти контролю на 23%. Найвища інтенсивність дихання культури відмічено у разі інкрустації насіння Нертус Плантапегом (400 мл/т), що перевищувало показники контрольного варіанту на 25% (табл. 3.2).

**Таблиця 3.2. Інтенсивність дихання рослин кукурудзи за обробки насіння РРР, фаза викидання волоті, 2023 р.**

| Варіант досліджу          | Виділено CO <sub>2</sub> , мг/г<br>сирої речовини за 1<br>годину | До контролю, % |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------|
| Без препаратів (контроль) | 1,96                                                             | 100            |
| Амінорост                 | 2,12                                                             | 112            |
| Стимпо                    | 2,33                                                             | 119            |
| Вимпел – К2               | 2,41                                                             | 123            |
| Нертус Плантапег          | 2,45                                                             | 125            |

Отже, у дослідних варіантах із застосуванням передпосівної обробки насіння РРР на тлі зростання активності окисно-відновних ферментів закономірно спостерігається підвищення інтенсивності дихання рослин кукурудзи. Варіант досліджу із використанням препарату Нертус Плантапег демонструє зростання інтенсивності дихання рослин порівняно з контролем на 25%.

### **3.3. Інтенсивність транспірації рослин кукурудзи за дії рістстимулювальних препаратів**

Відомо, що інтенсивність транспірації відіграє важливе значення у життєдіяльності рослин, адже за рахунок того, наскільки швидко рослина буде випаровувати воду, буде залежати і швидкість надходження до рослинного організму елементів живлення з водним потоком. Також інтенсивне випаровування відіграє велику роль у жаркі періоди, коли забезпечує терморегуляцію рослинного організму і зберігає його від перегрівання.

Дослідженнями встановлено, що обробка насіння регулятором Амінорос сприяла зростанню інтенсивності транспірації у фазі викидання волоті на 13%, а застосування Стимпо – на 26%. Вимпел – К2 виявив більший вплив на формування досліджуваного показника. Тут інтенсивність дихання перевищувала контрольний варіант на 31%. Найвища інтенсивність дихання рослин кукурудзи спостерігалася у разі обробки насіння препаратом Нертус Плантапег, що перевищувало показник контрольного варіанту на 38% (табл. 3.3).

**Таблиця 3.3. Інтенсивність транспірації рослин кукурудзи за обробки насіння РРР, фаза викидання волоті, 2023 р.**

| Варіант досліджу          | Інтенсивність транспірації |                |
|---------------------------|----------------------------|----------------|
|                           | г/м <sup>2</sup> за годину | до контролю, % |
| Без препаратів (контроль) | 44,3                       | 100            |
| Амінорост                 | 50,1                       | 113            |
| Стимпо                    | 55,6                       | 126            |
| Вимпел – К2               | 58,1                       | 131            |
| Нертус Плантапег          | 61,3                       | 138            |

Таким чином, за обробки насіння рістрегулювальними препаратами простежується посилення процесів водообміну, про що свідчить зростання показника інтенсивності транспірації порівняно з контрольним варіантом. Зокрема, найбільше значення даного показника спостерігається к разі обробки насіння РРР Нертус Плантапег, що перевищує дані контролю на 38%.

### **3.4. Фотосинтетична продуктивність рослин кукурудзи за використання рістстимулювальних препаратів**

Фотосинтетична діяльність рослин ячменю залежить не тільки від величини листової поверхні, але і від її працездатності, тобто продуктивності фотосинтезу.

Так, порівняльне вивчення продуктивності фотосинтезу посівів ячменю ярого показало, що інтенсивність накопичення сухої речовини на одиницю листової поверхні внаслідок застосування стимуляторів росту Епін-екстра, Циркон та Бішофіт значно змінюється. Так, показник продуктивності фотосинтезу в рослин ячменю сорту Геліос при застосуванні Епін-екстра та Бішофіт збільшився порівняно з контролем на 2,1 та 2,5%, відповідно. Незначне збільшення цього показника (0,8%) спостерігали і при застосуванні Циркону. Значно відрізняються показники продуктивності фотосинтезу в рослин сортів Вакула і Парнас, які було оброблено розчином Бішофіту. Збільшення цих показників становить 5,8% у сорту Вакула та 4,1% у сорту Парнас [62].

У результаті виконаних досліджень встановлено, що показник чистої продуктивності фотосинтезу кукурудзи залежав від виду досліджуваних рістстимулювальних препаратів, проте загалом обробка насіння кукурудзи перед посівом мала позитивний вплив на формування фотосинтетичної продуктивності культури (табл. 3.4).

**Таблиця 3.4. Чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи за використання рістстимулювальних перпаратів (фаза викидання волоті), 2023 р.**

| Варіант досліду           | ЧПФ,<br>г/м <sup>2</sup> за добу | До контролю, % |
|---------------------------|----------------------------------|----------------|
| Без препаратів (контроль) | 4,36                             | 100            |
| Амінорост                 | 4,72                             | 108            |
| Стимпо                    | 4,99                             | 114            |
| Вимпел – К2               | 5,08                             | 117            |
| Нертус Плантапег          | 5,40                             | 124            |

Так, зокрема передпосівна інкрустація насіння кукурудзи РРР Амінорост сприяла зростанню показника ЧПФ проти контролю на 8%, тоді як застосування рістстимулювального препарату Стимпо забезпечувало приріст даного показника вже на 14%. За обробки насіння РРР Вимпел – К2 відмічено подальше збільшення даного показника фотосинтетичної продуктивності рослин, що перевищувало контроль на 17%. Найвищий приріст показника ЧПФ порівняно з контролем отримано у разі обробки насіння перед сівбою препаратом Нертус Плантапег, де досліджуваний показник зріс проти контролю на 24%.

Отже, на фоні активізації основних фізіолого-біохімічних процесів за впливу обробки насіння рістрегуляторами у дослідних варіантах зростає також й фотосинтетична активність посівів кукурудзи на 8–24% залежно від виду регулятора росту рослин.

### **3.5. Урожайність зерна кукурудзи за використання рістстимулювальних препаратів**

Відомо, що передпосівна обробка насіння сільськогосподарських культур комплексами фунгіцидів, мікроелементів, інокулянтів, антистресорів

дозволяє підвищити ефективність виробництва продукції. Так, у дослідах із використанням у посівах кукурудзи ріст регулятора Метіур встановлено, що біологічна урожайність контрольних посівів кукурудзи склала 36,2 ц/га. Максимально ефективних вплив на врожайність виявив Метіур в концентраціях  $10^{-3}$  М та  $10^{-4}$  М, який збільшив даний показник до 45,8–42,0 ц/га відповідно, що на 16–26 % перебільшує врожайність контрольних посівів.

Проведеними дослідженнями також виявлено позитивний вплив ріст регулюючих препаратів на формування величини врожайності посівів кукурудзи (табл. 3.4).

**Таблиця 3.4. Урожайність зерна кукурудзи за використання рістстимулювальних препаратів, 2023 р.**

| Варіант досліджу          | Врожайність, т/га | До контролю, % |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| Без препаратів (контроль) | 4,88              | 100            |
| Амінорост                 | 5,32              | 109            |
| Стимпо                    | 5,63              | 115            |
| Вимпел – К2               | 5,85              | 120            |
| Нертус Плантапег          | 6,05              | 124            |
| <i>НІР<sub>05</sub></i>   | 0,20              |                |

Зокрема, за обробки насіння кукурудзи перед сівбою РРР Амінорост відмічено приріст врожайності зерна порівняно з контролем на 0,44 т/га, що при НІР<sub>05</sub> 0,20 т/га є достовірним. Позитивний ефект виявило і використання стимулятора росту Стимпо, де прибавка врожаю складала 0,75 т/а, що також є достовірним за НІР<sub>05</sub> 0,20 т/га. Білш ефектим було використання Вимпелу – К2, де приріст врожайності сягав 0,97 т/га. Серед усіх варіантів досліджу найбільш ефективним зарекомендувало себе передпосівна обробка насіння

препаратом Нертус Плантапег, за використання якого було тримано 1,17 т/га прибавки врожаю, що за  $НІР_{05}$  0,20 т/га є достовірним. У відсотковому виразі приріст врожайності за використання досліджуваних препаратів з метою передпосівної обробки насіння складав 9, 15, 20 і 24% відповідно до препарату.

Отже, передпосівна обробка насіння кукурудзи сприяє отриманню прибавок врожаю культури. Найвищу врожайність культури забезпечує передпосівна обробка насіння препаратом Нертус Плантапег. Тут прибавка врожайності перевищила показник контролю на 24%.

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІСТРЕГУЛЯТОРІВ З МЕТОЮ ОБРОБКИ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ ПЕРЕД СІВБОЮ

Серед сучасних інтенсивних технологій з метою підвищення врожайності сільськогосподарських культур все більшої популярності набуває застосування рістрегулюючих речовин. Виробництво сільськогосподарської продукції в умовах інтенсифікації повинно базуватись на раціональному і ефективному використанні матеріальних і трудових ресурсів. Різні агротехнічні прийоми, що впроваджуються у виробництво, вважаються прогресивними у тому випадку, якщо вони економічно та фінансово виправдані. Економічна ефективність визначається не тільки приростом урожаю, але і зіставленням витрат і засобів на виробництво цього урожаю, ефективність використання фінансових ресурсів впливає на розмір прибутку.

Проведеними дослідженнями встановлено, що застосування рістстимулювальних препаратів з метою передпосівної обробки насіння кукурудзи перед сівбою мало позитивний вплив на зростання показників економічної ефективності вирощування кукурудзи на зерно (табл. 4.1).

Так, передпосівна обробка насіння препаратом Амінорост дало змогу отримати 0,44 т/га приросту врожайності порівняно з контролем, що, у свою чергу, забезпечило отримання 4378,8 грн/га умовно-чистого прибутку за рівня рентабельності у 21,2% та окупності додаткових витрат у 2,3 рази.

Прибавка врожайності у 0,75 т/га за обробки насіння рістрегулятором Стимпо посприяла підвищенню умовно-чистого прибутку до 5830,9 грн/га, рівня рентабельності – до 28,3% а окупності додаткових витрат – до 3,8 рази.

За обробки насіння препаратом Вимпел – К2 досліджувані показники склали 6717,2 грн/га, 32,3% та 4,3 рази відповідно.

**Таблиця 4.1. Економічна ефективність застосування рістрегуляторів з метою обробки насіння кукурудзи перед сівбою, 2023 р.**

| Варіант досліджу          | Урожайність, т/га | Прибавка врожаю, т/га | Загальні витрати на вирощування культури, грн./га | В т.ч. додаткові, грн./га | Вартість продукції за ціною реалізації, грн./га | В т.ч. додаткової, грн./га | Умовно-чистий прибуток з 1 га, грн | Собівартість 1 т продукції, грн. | Рівень рентабельності, % | Окупність додаткових витрат, рази. |
|---------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Без препаратів (контроль) | 4,88              | 0,00                  | 19712,8                                           | 0,0                       | 22936                                           | 0                          | 3223,2                             | 4039,5                           | 16,4                     | 0,0                                |
| Амінорост                 | 5,32              | 0,44                  | 20625,2                                           | 912,4                     | 25004                                           | 2068                       | 4378,8                             | 3876,9                           | 21,2                     | 2,3                                |
| Стимпо                    | 5,63              | 0,75                  | 20630,1                                           | 917,3                     | 26461                                           | 3525                       | 5830,9                             | 3664,3                           | 28,3                     | 3,8                                |
| Вимпел – К2               | 5,85              | 0,97                  | 20777,8                                           | 1065                      | 27495                                           | 4559                       | 6717,2                             | 3551,8                           | 32,3                     | 4,3                                |
| Нертус Плантапег          | 6,05              | 1,17                  | 20744,8                                           | 1032                      | 28435                                           | 5499                       | 7690,2                             | 3428,9                           | 37,1                     | 5,3                                |

Найвищі показники рівня економічної ефективності формувалися за обробки насіння кукурудзи препаратом Нертус Плантапег. Тут розмір умовно-чистого прибутку зріс до 7690,2 грн/га за рівня рентабельності 37,1%. Окупність додаткових витрат склала 5,3 рази.

Таким чином, отримані прирости врожаю зерна забезпечують формування кращих показників рівня економічної ефективності вирощування культури. Проте найбільш ефективним з погляду економічної доцільності є застосування препарату Нертус Плантапег що забезпечує рівень рентабельності у 37,1% за більш ніж п'ятиразової окупності додаткових витрат.

## ВИСНОВКИ

1. Передпосівна обробка насіння кукурудзи сприяє активізації ферментів класу оксидоредуктаз, що беруть участь в енергетичних процесах клітини, зокрема каталази, пероксидази та поліфенолоксидази.
2. У дослідних варіантах з передпосівною обробкою насіння РРР на тлі зростання активності окисно-відновних ферментів закономірно спостерігається підвищення інтенсивності дихання рослин кукурудзи. Варіант досліді із використанням препарату Нертус Плантапег демонструє зростання інтенсивності дихання рослин порівняно з контролем на 25%.
3. На фоні обробки насіння ріст регульовальними препаратами простежується посилення процесів водообміну, про що свідчить зростання показника інтенсивності транспірації порівняно з контрольним варіантом. Зокрема, найбільше значення даного показника спостерігається к разі обробки насіння РРР Нертус Плантапег, що перевищує дані контролю на 38%.
4. На фоні активізації основних фізіолого-біохімічних процесів за впливу обробки насіння рістрегуляторами у дослідних варіантах зростає також й фотосинтетична активність посівів кукурудзи на 8–24% залежно від виду регулятора росту рослин.
5. Найвищу врожайність культури забезпечує передпосівна обробка насіння препаратом Нертус Плантапег. Тут прибавка врожайності перевищила показник контролю на 24%.
6. Найбільший приріст врожайності забезпечив формування найвищих показників рівня економічної ефективності формувалися за обробки насіння кукурудзи препаратом. При застосуванні препарату Нертус Плантапег розмір умовно-чистого прибутку зростає до 7690,2 грн/га за рівня рентабельності 37,1%. Окупність додаткових витрат складає 5,3 рази.

## **ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

На підставі отриманих результатів досліджень з метою активізації основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах кукурудзи та отримання суттєвого зростання її врожайності з високими показниками економічної ефективності виробництву рекомендується проведення передпосівної обробки насіння культури рістрегулювальним препаратом Нертус Плантапег у нормі 400 мл/т.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Troyer A. F. Background of U. S. hybrid corn: II. *Breeding, climate, and food. Crop Sci.* 2004. № 44(2). P. 370–380.
2. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2006. С. 271–326.
3. Маргітай Л. Г., Садовська Н. П., Глюдзик М. Ю. Вплив природних регуляторів росту рослин на ріст і розвиток проростків помідора сорту Наско–2000. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія.* 2010. Вип. 28. С. 94–96
4. Пузік Л. М., Гайова Л. О. Вплив регуляторів росту рослин на ріст, розвиток і формування врожаю гібридів капусти цвітної. *Таврійський науковий вісник.* 2018. № 103. С. 105–112.
5. Чернецький В. М. Агроекологічні аспекти вирощування овочів. *Вісник аграр. наук.* 2003. С. 61–64.
6. Швайківський Б. Я., Лопушняк В. І., Киричук Р. Г. Регулятори росту рослин – ефективний засіб підвищення продукції сільськогосподарських культур. *Сільський господар.* 2000. № 5–6. С. 3–4.
7. Шевчук О. А., Кравчук Г. І., Вергеліс В. І. Якісні характеристики насіння бобів кормових залежно від передпосівної обробки регуляторами росту рослин. *Сільське господарство та лісівництво.* 2018. №10. С. 66–73.
8. Мусатенко Л. І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку.* К. : Логос, 2009. С. 508–536.
9. Ходаніцька О. О., Колісник О. М. Застосування стимуляторів розвитку в практиці рослинництва. *Education and Science : materiály XVI Mezinárodní vědecko – praktická konference «Moderní vymoženosti vědy»*, Volume 10: Praha. Publishing House, 2020. С. 45–49.

10. Моргун В. В, Яворська В. К., Драговоз І. В. Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2002. №5. С.371–375.
11. Терек О. І., Романюк Н. Д. Ріст рослин та використання регуляторів росту в сільському господарстві. *Сільський господар*. 1999. №1–2. С. 6–7.
12. Khodanitska O., Shevchuk O., Tkachuk O., Matviichuk O. Physiological activity of plant growth stimulators. *The scientific heritage*. 2021. № 58. P. 36–38.
13. Poprotska I., Kuryata V., Khodanitska O., Polyvanyi S., Golunova L., Prysedsky Y. Effect of gibberellin and retardants on the germination of seeds with different types of reserve substances under the conditions of skoto-and photomorphogenesis. *Biologija*. 2019. 65(4). P. 296–307.
14. Яворська В. К., Драговоз І. В., Крючкова Л. О., Курчій Б. О. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві. – К.: Логос, 2006. 176 с.
15. Первачук М. В., Шевчук О. А., Шевчук В. В. Еколого-токсикологічні особливості та використання у сільському господарстві синтетичних регуляторів росту. *Cutting-edge science 2018 : materials of the XIII International scientific and plactuical conference*. 2018. Vol. 20. P. 81–83.
16. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. К.: «Нічлава», 2008. 352 с.
17. Зведена інформація про ефективність регуляторів росту рослин на посівах сільськогосподарських культур. Біостимулятори росту рослин нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Київ, 1997. С. 54.
18. Пономаренко С. П. Створення та впровадження нових регуляторів росту рослин в агропромисловому комплексі України. *Ефективність хімічних засобів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур: Зб. наук. праць*. Умань: Уманська державна аграрна академія, 2001. С. 15–23.

19. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин – вагомий резерв урожаю 2009. *Посібник українського хлібороба*. 2009. С. 102–104
20. Єременко О. А. Вплив обробки рослин сояшнику регуляторами росту на посівні якості насіння при його зберіганні. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016., № 2 (56). С. 126–135.
21. Буряк Ю. І., Огурцов Ю. Є., Чернобаб О. В., Клименко І. І. Посівні якості насіння сояшнику залежно від впливу регуляторів росту рослин та протруйників. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 173–177.
22. Покопцева Л. А., Калитка В. В. Вплив антиоксидантів на адаптивні можливості сояшнику в умовах Південного Степу України. *Вісн. Миколаївського держ. гуманітарного ун-ту ім. П. Могили*. 2004. Вип. 26, т. 39. С. 87–91.
23. Поляков О., Нікітенко О. Додаткове живлення сояшнику. Пропозиція. 2013. № 6. С. 57–58.
24. Ходаніцька О. О., Грабовий Р. В., Пудрик Р. М. Перспективи використання комплексних стимуляторів росту для покращення продуктивності рослин. *Materiály XIV Mezinárodní vědecko - praktická konference «Vědeckí pokrok na přelomu tysyachalety – 2018»*, Volume 14. Praha. Publishing House «Education and Science». С. 108–111.
25. Telekalo N. V., Melnyk M. V. Feed productivity of medicago sativa depending on the elements of growing technology. *Colloquium-journal*. 2020. №13 (65). P. 18–20.
26. Palamarchuk V., Honcharuk I., Honcharuk T., Telekalo N. Effect of the elements of corn cultivation technology on bioethanol production under conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. №8(3). P. 47–53.
27. Адамчук-Чала Н. І. Вплив інокуляції *Bradyrhizobium japonicum* УКМ В6035 на мікроструктуру ризосферного ценозу і фотосинтетичний апарат сої. *Мікробіологічний журнал*. 2014. № 1. Т. 76. С. 9–15.

28. Graglia E., Melander B., Jensen R. K. Mechanical and cultural strategies to control *Cirsium arvense* in organic arable cropping systems. *Weed Research*. 2006. 46. P. 304–312.
29. Мазур О. В. Відмінності зернобобових культур за пластичністю і стабільністю господарсько-цінних ознак. *Збірник наукових праць ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво»*. 2019. 12. С. 69–86.
30. Бабич А. О., Колісник С. І., Венедіктов О. М. Особливості формування продуктивності сої залежно від строків сівби та системи захисту посівів від хвороб в умовах центрального Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво: Міжвід. темат. наук. зб. К.*, 2001. Вип. 47. С. 95–98.
31. Новицька Н. В. Врожайність як інтегральний показник ефективності застосування нанометалів у технології вирощування сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 4. С. 32–36.
32. Павленко Г. В. Ефективність мінеральних добрив та біопрепаратів у технології вирощування сої в Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 11. С. 68–69.
33. Панцирева Г. В. Продуктивність та азотфіксуюча здатність сортів люпину білого залежно від елементів технології вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2017. Вип. 2. С. 53–57.
34. Патица В. П. Фенотипні та генотипні ознаки бульбочкових бактерій сої, поширених у ґрунтах України. *Доповіді Національної академії наук України*. 2010. № 8. С. 167–172.
35. Петриченко В. Ф. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої. *Вісник аграрної науки*. 2006. №2. С. 19–23.
36. Telekalo N., Mordvaniuk M., Shafar H., Matsera O. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. №9(1). 169–175.
37. Грищук О. О., Коць С. Я., Волкогон М. В. Динаміка вмісту фітогормонів цитокінінової природи у коренях і бульбочках сої на ранніх етапах

формування бобово-ризобіального симбіозу. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2013. Т. 45, № 1. С. 20–28.

38. Вакуленко В., С. Пида. Вплив регуляторів росту рослин Агrostимуліну та Емістиму С на фотосинтетичні процеси люпину жовтого. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://sophus.at.ua/publ/2016\\_10\\_28\\_kampodilsk/sekcija\\_section\\_2\\_2016\\_10\\_28/vpliv\\_reguljatoriv\\_rostu\\_roslin\\_agrostimulinu\\_ta\\_emistimu\\_s\\_na\\_fotosintetichni\\_procesi\\_ljupinu\\_zhovtogo/130-1-0-2021](http://sophus.at.ua/publ/2016_10_28_kampodilsk/sekcija_section_2_2016_10_28/vpliv_reguljatoriv_rostu_roslin_agrostimulinu_ta_emistimu_s_na_fotosintetichni_procesi_ljupinu_zhovtogo/130-1-0-2021)
39. Козлов Д. А. Ефективність регуляторів росту при вирощуванні цукрових буряків. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/36380/1/119.pdf>
40. Горобець М. В., Писаренко П. В., Чайка Т. О., Міщенко О. В., Крикунова В. Ю. Вплив регуляторів росту рослин на онтогенез сортів ячменю ярого. *Вісник Полтавської ДАА*. 2021. №1. С. 106–115.
41. Zhukov O. V., Pelina T. O., Demchuk O. M., Demchuk N. I., Koberniuk S. O. Agroecological and agroeconomic aspects of the grain and grain legumes (pulses) yield dynamic within the Dnipropetrovsk region (period 1966–2016). *Biosystems Diversity*. 2018. №26 (2). P. 170–176.
42. Зубровська О. М. Індукція захисних реакцій у рослин *Zea mays* L. (*Poaceae*) в умовах посухи. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2021/6/31.pdf>
43. Бортнік Т. П., Гаврилюк В. А., Бортнік А. М., Ковальчук Н. С. Вплив передпосівної обробки насіння стимуляторами росту рослин на біометричні параметри рослин та формування врожайності зерна кукурудзи в умовах Волинської області. *Вісник НУВГП*. 2019. №1 (85). С. 132–139.
44. Ходаніцька О. О. Вплив регуляторів росту рослин на морфогенез і продуктивність рослин льону олійного. *Актуальні проблеми сучасної біології та методики її викладання: зб. наук. праць звітної наукової*

конференції викладачів за 2016–2017 н р. Вінниця: ТОВ Нілан-ЛТД, 2017. С. 25–40.

45. Тригуба О. В., Пида С. В., Брошак І. С., Мацюк О. Б. Ефективність застосування регуляторів росту рослин у посівах люпину білого (*lupinus albus* L.). *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2019. № 4 (78). С. 59–68.
46. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Кривда Ю. І., Нікітіна О. В. Агрохімічні показники якості чорнозему опідзоленого після тривалого (49 років) застосування добрив у польовій сівозміні. *Збірник наукових праць «Охорона ґрунтів»*. 2014. № 1. С. 135–139.
47. Достаток 300 МВ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://agrostory.com/catalog/detail/19904/>
48. Стимулятор росту рослин Aminorost™. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://imexagro.com.ua/goods/stimulyatori-rosta/88.htm>
49. Стимпо. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.agrobiotech.com.ua/ua/stimpo>
50. Вимпел–K2. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://harvest.org.ua/udobreniya/stimylatori-rosta/vimpel-k2>
51. Нертус ПлантаПег. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://nertus.ua/zzr/view/Nertus\\_PlantaPeg](https://nertus.ua/zzr/view/Nertus_PlantaPeg)
52. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава». 2003. 320 с.
53. Грицаєнко З. М., Заболотна А. В. Інтенсивність дихання рослин і продуктивність фотосинтезу пшениці ярої залежно від дії гербіциду і ріст регулятора. *Вісник Полтавської ДАА*. 2010. С. 21–24.
54. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням регуляторів росту рослин і гербіцидів; за ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавець «Сочінський». 2016. 357 с.

55. Копилов Є. П., Надкерничний С. П. Високоєфективний засіб стимулювання росту рослин, підвищення стійкості до збудників хвороб та урожайності сільськогосподарських культур. *Аграрна наука – виробництво: Науково-інформаційний бюлетень завершених наукових розробок*. Київ, 2011. № 3. С. 6–10.
56. Білітюк А. П., Скуротівська О. В. Регулятори росту у формуванні врожайності. *Захист рослин*. 2000. № 10. С. 21–23.
57. Карпенко В. П., Полторецький С. П., Притуляк Р. М. [та ін.]. Біологізована технологія вирощування озимих зернових культур (ячмінь, пшениця): рекомендації виробництву. За ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві». 2016. 20 с.
58. Gusta, L. V., Wisniewski M. Understanding plant cold hardiness: an opinion. *Physiol. Plant*. 2013. Vol. 147. P. 4–14.
59. Theocharis, A., Clement Ch., Barka E. A. Physiological and molecular changes in plants grown at low temperature. *Planta*. 2012. Vol. 235. P. 1091–1105.
60. Карпенко В. П., Шутко С. С. Ферментативна активність рослин соризу за використання гербіциду і регулятора росту рослин. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 2. С. 68–73.
61. Ponomarenko S. P., Hrytsaenko Z. M., Tsygankova V. A. Increase of Plant Resistance to Diseases, Pests and Stresses with New Biostimulants. *Proceedings of the I st world congress on the USE of Biostimulants in Agriculture. Eds.* (Strasbourg, November 26–29, 2012). Acta Horticulturae. Strasbourg. 2013. P. 225–234.
62. Короткова І. В., Горобець М. В., Чайка Т. О. Вплив стимуляторів росту на продуктивність сортів ячменю ярого. *Вісник ПДАА*. 2021. №2. С. 20–30.